

## ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE LAS OPERACIONES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS FORESTALES: ESTUDIO DE CASO EN EL DISTRITO FORESTAL DE A LIMIA

MARÍA CRISTINA VÁZQUEZ VÁZQUEZ\* / MARÍA LUÍSA CHAS AMIL\* / JULIA MARÍA TOUZA\*\*1

\*Universidad de Santiago de Compostela/\*\*Universidad de Vigo

RECIBIDO: 16 de mayo de 2012 / ACEPTADO: 20 de diciembre de 2012

---

**Resumen:** Los incendios forestales producidos en Galicia, en la mayor parte de los casos intencionadamente, arrasaron miles de hectáreas de superficie forestal cada año. En este trabajo realizamos un estudio descriptivo de los incendios registrados durante el período 1999-2008 en el Distrito XV-A Limia, así como una estimación económica de los costes derivados de las operaciones de extinción. Para ello empleamos los partes de incendio de los 6.383 incendios forestales ocurridos en este distrito, y diseñamos dos escenarios de valoración para la estimación del valor de los medios humanos y materiales empleados en los incendios del distrito. Nuestras estimaciones muestran un coste anual medio de extinción por hectárea de superficie forestal que varía entre 5,3 euros y 6,4 euros.

**Palabras clave:** Incendios forestales / Operaciones de extinción / Costes de extinción.

### **Estimation of Fire Suppression Costs: A Case Study for a Limia Forest District**

**Abstract:** In Galicia, wildfires destroy thousands of hectares of forest each year, and most of them are set intentionally. This paper develops a descriptive study of the fires during the period 1999-2008 in the District XV-A Limia, and estimates the economic costs of extinction operations. Data is derived from wildfire reports corresponding to the 6.383 fires that occurred in this district during the studied period. Two assessment scenarios were designed to estimate the value of human and materials resources to fight against fires. Our estimates show an average annual cost of extinction per hectare of forest land ranging between € 5.3 and € 6.4.

**Keywords:** Forest fires / Fire-suppression activities / Costs of fire-suppression.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales constituyen un problema grave en Galicia tanto por su número como por la superficie dañada. Según los datos del MARM (2011), en el período 1989-2010 se produjeron en el territorio español un total de 397.712 incendios, de los cuales cerca de la mitad se registraron en Galicia. Desde el año

---

1 María Cristina Vázquez Vázquez y María Luisa Chas Amil agradecen las sugerencias de los miembros del tribunal de evaluación del trabajo fin de máster de Organización Industrial y Mercados Financieros defendido en el año 2011. Asimismo, agradecemos la financiación del proyecto de la Xunta de Galicia (09SEC011201PR). Nuestro reconocimiento también para el personal del Distrito XV-A Limia, en especial a Raquel Vázquez, jefa del Distrito, y al agente forestal José Antonio Quintas, por toda la información facilitada y por la atención prestada. Por supuesto, los resultados y conclusiones expuestos son únicamente responsabilidad de las autoras.

1989, la media de incendios anuales supera los 8.000, siendo los años más críticos 1995 y 1997 con unos 15.000. Se observa una evolución diferente en relación con la superficie quemada, puesto que los años de mayor afectación del período (1989 y 2006) no son los que registran el mayor número de incendios. En el año 1989 ardieron 198.998 ha, y desde esta fecha se observa una tendencia decreciente en el número de hectáreas quemadas con la excepción del año 2006, en el que los ecosistemas forestales fueron gravemente dañados por el fuego (96.000 ha).

Balsa (2012) hace un análisis detallado de los incendios en el año 2006 en comparación con la situación normalizada del período 2001-2005, donde se ve que el impacto en el territorio de esta problemática es desigual (Chas Amil, Touza y Prestemon, 2010; Prestemon *et al.*, 2012). Así, Ourense es la provincia donde se registran un mayor número de incendios, con un porcentaje medio del 34% del total frente al 29% de Pontevedra, el 23% de A Coruña y el 14% de Lugo de los incendios ocurridos en el período 1989-2010.

Los incendios forestales causan severos impactos en el paisaje, la biodiversidad, la calidad de las aguas, las actividades de ocio, el turismo o la explotación maderera y suponen, además, un riesgo elevado sobre las propiedades y las vidas de los individuos (Mercer *et al.*, 2005). Por ello actualmente se destinan grandes cantidades de dinero a las labores de extinción de incendios.

Sin embargo, existe un problema en la planificación de las medidas y presupuestos dedicados a la extinción derivado de la irregularidad y variabilidad de los incendios, lo que dificulta e incluso imposibilita una asignación presupuestaria permanente, con la consiguiente fluctuación de los fondos disponibles para este fin (Rodríguez y Silva, 2009). Esto hace que las Administraciones, en aquellas ocasiones excepcionales en las que se produce una mayor incidencia de incendios, elaboren una contabilidad adicional que permita compensar los gastos imprevistos en forma de gastos extraordinarios.

El mayor problema en la determinación actual de los presupuestos dedicados a la extinción radica en que las decisiones son tomadas sin evaluar la eficiencia económica de los programas de extinción, y sin establecer una relación de los costes de extinción con el valor de los recursos forestales y con su posterior depreciación tras los incendios (Rodríguez y Silva, 2009).

Por otro lado, es preciso destacar que en el Estado español la política de lucha contra incendios forestales establece que todos los incendios deben atacarse y ser controlados. Esto significa que todos los recursos disponibles para la lucha contra incendios serán empleados, si es preciso, para minimizar los daños, independientemente del coste asociado (Vélez, 2009).

En el caso de Galicia, las partidas presupuestadas en los últimos años para la prevención y defensa contra incendios forestales suponen un elevado importe del presupuesto total disponible de la Xunta de Galicia (el 57% de los presupuestos de la *Dirección Xeral de Montes* y el 1% de la Administración General de la Xunta de Galicia)<sup>2</sup>.

---

2 <<http://www.conselleriadefacenda.es/web/portal/orzamentos-xerais-2008#e15>>.

Si analizamos las cifras en el período 2002-2012, vemos que el presupuesto destinado a la prevención y defensa contra incendios forestales de Galicia fue de aproximadamente 950 millones de euros, con una media de 86 millones de euros anuales. Las cifras aumentaron en el período 2002-2007, resultando especialmente significativo el aumento experimentado a partir del episodio incendiario del año 2006, en el que los presupuestos casi se duplicaron. De hecho, en el año 2007 surge una partida extraordinaria de prevención y extinción de incendios y de regeneración forestal que solo cuenta con presupuesto en ese año. Desde el año 2008 los presupuestos disminuyen con una media anual del 5%.

Existe una creciente literatura sobre el análisis de los costes de extinción de incendios forestales, fundamentalmente en Estados Unidos, orientada a analizar la eficiencia económica en el desarrollo de las políticas y programas de lucha contra incendios (Bellinger, Kaiser y Harrison, 1983; Mills y Bratten, 1988; Steele y Stier, 1998; Donovan y Rideout, 2003; Mercer *et al.*, 2007).

Otro tema de interés es determinar los factores que influyen en los costes de extinción para realizar predicciones de gastos como el número de incendios, la extensión quemada y la intensidad del fuego (Gebert y Schuster, 1999; Gebert, Calkin y Yoder, 2007); las variables climáticas (Prestemon, Abt y Gebert, 2008; Abt, Prestemon y Gebert, 2009); la vegetación existente y las características topográficas (Preisler *et al.*, 2011); el interfaz urbano-forestal (Donovan, Noordijk y Radeloff, 2004; Gebert, Calkin y Yoder, 2007; Liang *et al.*, 2008); el régimen de propiedad de la tierra (Liang *et al.*, 2008); el uso de instrumentos geoespaciales (Hesseln, Amacher y Deskins, 2010); o la presión política y la cobertura mediática (Donovan, Prestemon y Gebert, 2010).

Sin embargo, no existen en España estudios sobre la asignación eficiente de recursos de extinción ante diferentes tamaños de incendios, o sobre el análisis de los factores que influyen en las decisiones de lucha contra el fuego. La falta de información detallada sobre los costes de extinción empleados dificulta la modelización de los factores claves que determinan la eficiencia económica de las operaciones de extinción en cuanto a la asignación y despliegue de los medios materiales y humanos de lucha contra el fuego. Así, las bases de datos de incendios recogen solo el número de recursos usados en las categorías de personal, unidades aéreas o terrestres, pero no incorporan información sobre los costes o los tiempos de uso de esos recursos en la extinción<sup>3</sup>.

En esta línea cabe destacar en el caso español el trabajo de Rodríguez y Silva y González Cabán (2010) en el que presentan un prototipo del modelo SINAMI (Sis-

---

3 El tiempo de actuación de los medios en las operaciones de extinción se ha recogido en los últimos años en una aplicación referida en el PLADIGA (Xunta de Galicia, 2011), XeoCode (*Xestión de Lumes en Distritos*). Se trata de una aplicación informática cliente/servidor basada en un Sistema de Información Geográfica (SIG) que permite la gestión de alarmas y fuegos en tiempo real a nivel de distrito (Dorrego y Álvarez, 2009). La imposibilidad de acceder a estos datos que, aunque son muy recientes, permitirían tener una referencia fiable de las horas de actuación de los medios, hace que sea necesario establecer hipótesis sobre los tiempos empleados que permitan el cálculo aproximado de los costes materiales y humanos de las operaciones de extinción.

tema Nacional para el Manejo de Incendios Forestales) para la provincia de Huelva que determinaría el programa de medidas de extinción y el nivel de presupuesto más eficientes para la lucha contra los fuegos en las épocas de mayor riesgo. No obstante, destacan que su aplicación generalizada resulta complicada, puesto que requiere mucha información no disponible aún para el caso español. Por su parte, Campos, Oviedo y Caparrós (2005) proponen un sistema de cuentas para analizar la aportación del gasto público en la mitigación del fuego en los valores ambientales y comerciales del Parque Natural de los Alcornocales (Andalucía).

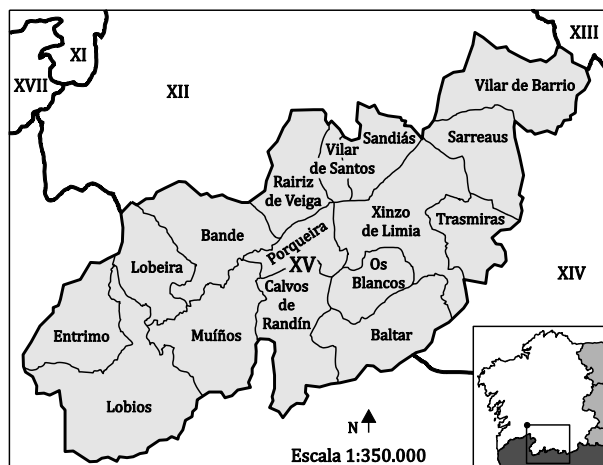
El objetivo de este trabajo es estimar los costes de las operaciones de extinción a través de un estudio de caso: el Distrito Forestal XV-A Limia, situado en el sur de la provincia de Ourense. Para ello se realiza una valoración económica de los medios materiales y humanos presentes en cada uno de los incendios forestales ocurridos durante el período 1999-2008 con la finalidad de obtener una aproximación a los costes de funcionamiento operacional de la extinción.

Este artículo se estructura como sigue. En primer lugar, se presentan los materiales y la metodología empleados para la realización de la evaluación económica. En segundo lugar, se realiza un análisis descriptivo de los incendios forestales que tuvieron lugar durante el período 1999-2008 por lo que respecta al número de incendios y a las hectáreas quemadas para, posteriormente, analizar los medios de extinción empleados y estimar los costes de extinción por hectárea quemada. Finalmente, se presentan las principales conclusiones de la investigación.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. ÁREA OBJETO DE ESTUDIO

**Mapa 1.-** Localización del Distrito Forestal XV-A Limia y municipios que lo conforman



FUENTE: Elaboración propia.

El Distrito Forestal XV-A Limia, como se puede ver en el mapa 1 de la página anterior, está constituido por las comarcas de A Limia y A Baixa Limia, y comprende 16 municipios. Según el Tercer Inventario Forestal, cuenta con una superficie de 133.147 ha, de las cuales aproximadamente el 73% tienen uso forestal (46% superficie arbolada y 54% rasa), seguido del uso agrícola (23%). El régimen de propiedad de la superficie forestal en este distrito es similar al del resto de Galicia, con un peso muy importante de la propiedad privada (98%) en el que destaca la mayor participación de la propiedad comunal, alcanzando el 52% del terreno forestal en el distrito frente al 33% de media del total gallego.

## 2.2. MATERIALES

Para llevar a cabo este trabajo se emplearon los partes de incendios forestales del Distrito XV-A Limia, proporcionados por la *Consellería do Medio Rural* de la Xunta de Galicia, correspondientes a los 6.383 incendios ocurridos desde el 1 de enero de 1999 hasta el 31 de diciembre de 2008. Los partes de incendios forestales registran información sobre todos los incendios que tuvieron lugar, incluyendo los datos generales del incendio y del monte afectado. Para este estudio solo se analizaron los apartados de superficie afectada, tiempos, causas, tipo de ataque, medios y técnicas de extinción.

Para el proceso de valoración económica se ha empleado información relativa a los medios que intervinieron en la extinción, diferenciando entre personal terrestre o de otro tipo, medios terrestres y medios aéreos participantes en las operaciones de extinción. Para la asignación de valores económicos, se ha utilizado la tabla de costes horarios de los medios de extinción en el año 2010 (euros/hora) proporcionada por la *Consellería do Medio Rural* de la Xunta de Galicia. Con base en la opinión experta de los técnicos del Distrito XV se decidieron las correspondencias de la tabla de costes horarios con los medios recogidos en los partes de incendios (tabla 1). Hay que destacar que, al disponer tan solo de los costes horarios de la *Consellería do Medio Rural*, este trabajo no tiene en cuenta los costes de la participación en las tareas de extinción de otras Administraciones (bomberos, Ejército, Guardia Civil y Policía), del voluntariado organizado o de otro personal civil.

**Tabla 1.- Costes horarios de los gastos de extinción, 2010**

Parte de incendio forestal	Tabla de costes horarios	Precio unitario (euros/hora)
Técnico	Técnico incluido vehículo y EPI	28,84
Agente	Agente forestal incluido vehículo y EPI	24,72
Combatientes	Brigada de extinción (capataz + peón conductor + 3 peones) incluido vehículo y EPI	91,40
Motobombas	Motobomba incluido conductor	29,98
Bulldozer	Bulldozer incluido maquinista	67,80
Tractores	Cisterna tractor agrícola incluido conductor	42,00

**Tabla 1 (continuación).**- Costes horarios de los gastos de extinción, 2010

Parte de incendio forestal	Tabla de costes horarios	Precio unitario (euros/hora)
Aviones anfibios	Foca	4.208,61
Aviones de carga en tierra	Avión Drómader	855,55
Helicópteros de extinción	Helicóptero Sokol	1.096,88
Helicóptero para el transporte de brigadas	Helicóptero Sokol	1.096,88
Aeronaves de coordinación	Helicóptero B3 de coordinación	1.585,26
NOTA: EPI (Equipos de protección individual: mono, casco, botas y guantes).		

FUENTE: Elaboración propia con base en la tabla de costes horarios de los gastos de extinción de la *Consejería do Medio Rural* de la Xunta de Galicia y en las entrevistas mantenidas con los técnicos del Distrito Forestal XV-A Limia.

### 2.3. MÉTODOS

El cálculo del coste unitario por incendio precisa del conocimiento del tiempo de trabajo de cada uno de los medios. Para la estimación de los tiempos de actuación del personal y de los medios aéreos o terrestres se utilizó la información de los partes de incendio, donde se registra la fecha y hora de detección, de control y de extinción del incendio. Además, los partes recogen la hora en la que se produce la llegada de los primeros medios terrestres y aéreos, así como la llegada de la primera brigada helitransportada. A partir de esta información se puede hacer un cálculo del tiempo de respuesta de los medios desde que se registra el inicio del incendio hasta la llegada de aquellos al lugar del fuego. Asimismo, se puede calcular la duración total del incendio (desde que se inicia hasta que queda completamente extinguido) y el tiempo en el que pudo ser controlado por la actuación de los medios (desde que se registra la llegada de los primeros medios hasta que fue controlado).

No obstante, sería incorrecto considerar toda esta franja horaria como tiempo global de actuación de cada uno de los medios, porque podríamos incurrir en una sobrevaloración de los costes, aun considerando que estos se generan desde que se movilizan los medios. Por este motivo es preciso establecer escenarios para estimar los costes de las operaciones de extinción, que fueron elaborados basándonos en los protocolos de actuación de los medios en la extinción recogidos en el PLADIGA 2011 (Plan de extinción de incendios de nivel 0 e incendios de nivel 1 y 2) y en las entrevistas con técnicos del Distrito XV.

De acuerdo con lo anteriormente señalado, proponemos dos escenarios de valoración de costes (tabla 2) que nos permiten analizar los resultados dentro de un rango de valores:

- El escenario 1 se establece bajo supuestos conservadores (mínimos) sobre el tiempo de actuación de los medios terrestres y aéreos.
- El escenario 2 se basa en las hipótesis del escenario 1, pero con supuestos sobre el tiempo de actuación de los medios menos conservadores, por lo que se correspondería con costes máximos.

### Escenario 1

– *Supuesto 1.* Para el cálculo de las horas de actuación de los medios terrestres (técnicos, agentes forestales, combatientes, motobombas, bulldozer y tractores) se toma la franja horaria que va desde que se produce la llegada de los medios terrestres hasta que el incendio queda totalmente extinguido, del siguiente modo: el 80% del tiempo calculado para los incendios con una duración igual o inferior a doce horas, y el 50% del tiempo calculado para los incendios con una duración superior a doce horas. Estos porcentajes se basan en dos premisas. En primer lugar, una vez que se tiene conocimiento de un incendio en el *Centro de Coordinación de Distrito*, siempre se moviliza, como mínimo, una unidad de intervención operativa de tierra, con lo cual resulta lógico pensar que al menos estos medios actuarán durante más de la mitad de la duración del incendio. En el caso de que el incendio dure más de doce horas se relaja la hipótesis, ya que los medios no pueden actuar más de doce horas sin descanso. Y en segundo lugar, según los técnicos del distrito, la experiencia indica que son los medios terrestres los que suelen estar más al pie del incendio, de ahí que se considere la finalización del incendio como el último tramo horario de actuación de los medios.

– *Supuesto 2.* Para el cálculo de las horas de actuación de los medios aéreos (aviones anfibios, aviones de carga en tierra, helicópteros de extinción, helicópteros para el transporte de brigadas y aeronaves de coordinación) se toma la franja horaria que va desde que se produce la llegada de los medios aéreos hasta que el incendio es controlado. Se computa tan solo el 50% del tiempo calculado para todos los incendios con intervención de estos medios, con independencia de su duración total, con un máximo de seis horas de actuación por incendio. Este porcentaje se basa en el hecho de que los medios aéreos se movilizan, en la mayor parte de los casos, dependiendo del comportamiento inicial del incendio y de su previsible evolución, y siempre después de haber, como mínimo, una unidad de intervención operativa de tierra que es movilizada una vez que se tiene conocimiento del incendio.

Además, en el caso de los helicópteros, a la limitación de no poder volar más de seis horas al día hay que añadir el hecho de que cada dos horas de actuación tienen que parar un tiempo aproximado de cuarenta minutos (más el tiempo que tardan en llegar desde el lugar del incendio a la base más próxima para recargar), y que solamente pueden actuar desde las 9:00 horas hasta la puesta del sol, con independencia de que el incendio finalizara o no.

### Escenario 2

– *Supuesto 1.* Los medios terrestres actúan el 80% del tiempo que transcurre desde que se produce su llegada al incendio hasta que queda totalmente extinguido, con independencia de la duración del incendio.

– *Supuesto 2.* Los medios aéreos actúan el 75% del tiempo que transcurre desde que se produce su llegada al incendio hasta que es controlado, con un máximo de seis horas de actuación por incendio.

**Tabla 2.-** Escenarios para la estimación de los costes de las operaciones de extinción

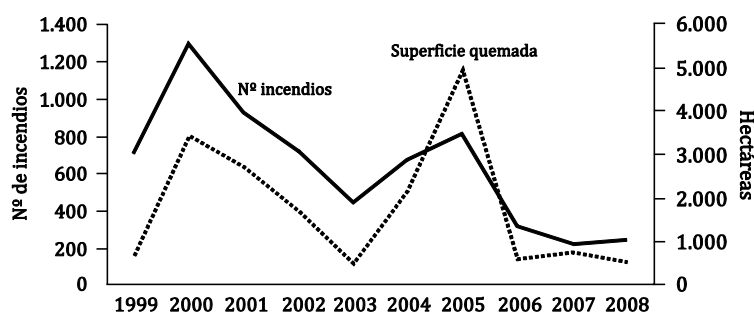
	Medios terrestres		Medios aéreos
	Incendio >12 h	Incendio ≤12 h	
Escenario 1	50% (Finalización-llegada)	80% (Finalización-llegada)	50% (Control-llegada) Máximo seis horas
Escenario 2	80% (Finalización-llegada)		75% (Control-llegada) Máximo seis horas

FUENTE: Elaboración propia.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. NÚMERO DE INCENDIOS Y SUPERFICIE QUEMADA

Del análisis de los partes de los incendios del distrito durante el período 1999-2008, observamos una tendencia decreciente en el número de incendios (gráfico 1), siendo el año 2000 el más crítico con 1.297 incendios, que suponen el 25% de los registrados en la provincia de Ourense en ese año. En el resto del período las cifras se mantuvieron por debajo de los 1.000 incendios anuales. En el período estudiado se vieron afectadas 18.300 ha de superficie forestal, correspondiendo más del 70% a superficie rasa y el resto a superficie arbolada. Con respecto al año 2006, con casi 96.000 ha quemadas en el conjunto de Galicia, en el Distrito XV solo se vieron afectadas 631 ha (0,65% del total), de las que tan solo 75 ha eran de superficie arbolada. Por municipios, Muíños presenta el mayor número de incendios con el 22% del total del distrito, seguido de Calvos de Randín con un 10% y Baltar con un 9%; los municipios menos afectados son Vilar de Santos y Sarreaus, ambos con solo el 1% del total.

**Gráfico 1.-** Número de incendios y superficie forestal quemada. Distrito XV, 1999-2008

FUENTE: Elaboración propia.

En el caso de este distrito, más de la mitad de los incendios del período fueron detectados por vigilantes fijos; el 31% a través de avisos al 112 y a llamadas de



particulares, mientras que un porcentaje muy bajo fue detectado por aeronaves y vigilantes móviles. Por lo que respecta al lugar de inicio del incendio, más del 50% se inician en pistas forestales y en sendas, representando un 73% si se considera también en esta categoría la opción "otros lugares del monte". La mayor parte de estos incendios (54%) tienen lugar en días laborables vísperas de festivos, y en un 94,2% de los casos se trata de incendios intencionados, mientras que los accidentes y negligencias suponen tan solo el 2%. Aunque en el 40% de los incendios intencionados no se recoge motivación alguna, los partes indican que el 27% están motivados por actividades llevadas a cabo por agricultores para eliminar maleza, y el 17% a las acciones de los ganaderos con el fin de regenerar pasto para el ganado.

### 3.2. MEDIOS Y TIEMPOS DE EXTINCIÓN DE LOS INCENDIOS

En el período analizado la mayor parte del transporte de personal terrestre se efectuó mediante vehículos terrestres, una media anual de 632 vehículos empleados frente a 45 helicópteros. La distancia media que tuvieron que recorrer a pie las brigadas transportadas para efectuar las labores de extinción fue de aproximadamente 253 metros, sin diferenciarse si el transporte previo fue efectuado en vehículos o en helicópteros. Por lo que respecta al personal terrestre que participó en el operativo de extinción, los combatientes son el colectivo más numeroso en todo el período de estudio, con una media anual de 5.157 combatientes, seguido de una media anual de 602 agentes forestales y de 63 técnicos. Después del personal del distrito perteneciente a los medios de tierra, es el voluntariado organizado y otro personal civil el que tiene mayor presencia durante la extinción, por encima de los bomberos profesionales o de la Guardia Civil y la Policía.

Los medios pesados configuran el resto de medios terrestres del operativo de extinción, siendo las motobombas el único medio empleado en la mayoría de incendios, mientras que bulldozer, tractores agrícolas y otros medios pesados actúan solo en casos en los que la evolución del incendio convierte en insuficientes los medios movilizados inicialmente. Finalmente, los medios aéreos son mucho menos empleados que los terrestres, lo que es consistente con los altos costes de contratación, adquisición y operatividad (Mérida *et al.*, 2004). Considerando los aviones anfibios y las aeronaves de coordinación, cuyas actuaciones están dirigidas por el *Centro de Coordinación Central*, y los aviones de carga en tierra y los helicópteros dirigidos por el *Centro de Coordinación Provincial*, son estos últimos los más empleados en cada uno de los años estudiados.

En la mayor parte de los incendios, la técnica de extinción llevada a cabo es la de ataque directo frente a la alternativa del ataque indirecto. En el ataque directo se trata de acabar con los frentes del fuego que sean más activos (mediante agua y/o retardantes), mientras que en el ataque indirecto los medios de extinción tratan de adelantarse al avance del fuego. Dentro de este ataque indirecto la técnica más empleada con diferencia es la del contrafuego, aunque en ocasiones se emplea conjuntamente con la apertura de líneas de defensa.

La duración media de los incendios, entendida como el tiempo que transcurre entre que se inicia y se extingue totalmente (finalización), se mantiene relativamente constante a lo largo del período analizado, oscilando alrededor de las dos horas (excepto en los años 2000 y 2001, en los que se superan de media las 2,5 h). En cuanto al tiempo medio en el que se consigue controlar los incendios, es bastante irregular a lo largo del período, oscilando entre 45 minutos y 1,5 h. Otro dato importante es el tiempo de respuesta de los medios desde la confirmación del incendio hasta su llegada al incendio. Dado que los medios terrestres suelen ser los primeros en movilizarse, el tiempo que transcurre entre el inicio del incendio y la llegada a este es inferior al tiempo que tardan en hacerlo los medios aéreos, oscilando entre 12 y 60 minutos frente al rango de entre 36 y 71 minutos de los medios aéreos.

### 3.3. ESTIMACIÓN DE LOS COSTES DE LAS OPERACIONES DE EXTINCIÓN

La tabla 3 presenta la estimación de los costes anuales de los medios terrestres y aéreos. Según los supuestos del escenario 1, la mayor contribución en el conjunto del período de los costes derivados de las operaciones de extinción de los medios terrestres se corresponde con los salarios de los combatientes (65%). Seguidamente destaca el coste derivado del empleo de motobombas, con un porcentaje del 16,5%. El 12,5% corresponde a los salarios de los agentes forestales y el 4,4% a los de los técnicos. Finalmente, los costes derivados del trabajo de los bulldozer y tractores es muy reducido en el conjunto del período (1,3%).

Si analizamos las partidas que componen los costes de las actuaciones de los medios aéreos durante la extinción, observamos que los aviones anfibios suponen el 60% de los costes totales de los medios aéreos. Aunque es relevante destacar que durante los diez años del período estudiado se empleen muchos más aviones de carga en tierra que aviones anfibios, el coste superior de estos últimos hace que pese más su actuación a la hora de computar gastos (el coste por hora de un avión anfibio, en este caso de un Foca, quintuplica el coste del Drómader, el avión de carga en tierra considerado para este análisis). La utilización de los helicópteros de carga en tierra supone un 26,1% de los costes, y el resto del porcentaje se reparte de forma homogénea entre los helicópteros de extinción y de transporte de brigadas (5,2 y 3,6%, respectivamente) y las aeronaves de coordinación (5,1%).

Los costes anuales medios y su error estándar (ES) para el período de estudio de las operaciones terrestres es de  $243.977 \pm 71.972$  (ES) euros, y para las operaciones aéreas es de  $191.364 \pm 50.267$  (ES) euros. Los costes de los medios terrestres no están correlacionados con los costes de los medios aéreos, por lo que en aquellos años donde se gasta más en operaciones terrestres no se detectan mayores gastos en operaciones aéreas (Spearman  $R = 0,33$   $p$ -valor  $> 0,10$ ). Bajo los supuestos del escenario 2, obtenemos unos valores medios anuales superiores de los costes de las operaciones de extinción de  $250.892 \pm 79.938$  (ES) euros y de  $354.478 \pm 102.339$  (ES) euros para los medios terrestres y aéreos, respectivamen-

te, ya que también se supuso un mayor porcentaje para el cálculo de las horas de actividad de los medios (tabla 3).

La tabla 4 presenta el coste unitario de los medios terrestres y aéreos por hectárea de superficie forestal afectada en el distrito. Los resultados muestran que los años de mayor número de incendios no son necesariamente los que registran los mayores costes de extinción. Los costes de extinción por hectárea y el número de incendios no están correlacionados (Spearman  $R = -0,30$   $p$ -valor  $> 0,10$ ) De hecho, en el año 2008 se producen tan solo 250 incendios, pero los costes de extinción por hectárea forestal quemada son los más elevados del período analizado. Los costes medios de extinción por hectárea de superficie forestal quemada fueron durante el período estudiado de  $318 \pm 42$  (ES) euros para el escenario 1 y de  $375 \pm 48$  (ES) euros en el escenario 2.

**Tabla 3.-** Estimación del coste de las operaciones de extinción de incendios en el Distrito XV (en euros)

Años	Escenario 1		Escenario 2	
	Medios terrestres	Medios aéreos	Medios terrestres	Medios aéreos
1999	105.921	45.272	106.575	67.908
2000	750.559	475.345	796.997	667.362
2001	133.565	867.440	143.692	1.058.234
2002	88.511	151.923	92.370	180.744
2003	62.022	165.561	65.557	237.342
2004	267.708	277.314	297.753	366.072
2005	524.333	454.855	576.681	597.846
2006	131.887	100.229	133.102	140.454
2007	80.459	105.823	84.526	152.947
2008	294.807	50.582	294.807	75.872
TOTAL	2.439.773	2.694.343	2.592.060	3.544.781

FUENTE: Elaboración propia.

**Tabla 4.-** Costes anuales aproximados de las operaciones de extinción por superficie forestal quemada en el Distrito XV (en euros/ha)

Años	Escenario 1	Escenario 2
1999	241,61	247,67
2000	353,06	421,73
2001	365,79	439,22
2002	140,98	160,14
2003	421,82	561,41
2004	250,38	304,96
2005	196,64	235,87
2006	367,85	433,52
2007	238,47	304,00
2008	602,11	646,20

FUENTE: Elaboración propia.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El elevado número de incendios y la superficie forestal quemada convierten a los incendios forestales en uno de los problemas ambientales más graves a los que se viene enfrentando Galicia desde hace décadas.

En este trabajo empleamos los partes de los 6.383 incendios forestales ocurridos entre los años 1999 y 2008 en el Distrito Forestal XV-A Limia, localizado en el sur de la provincia de Ourense, uno de los más castigados por los incendios forestales durante el período analizado, para hacer un análisis de los incendios registrados tanto desde el punto de vista descriptivo como desde el punto de vista de los costes humanos y materiales asociados a las operaciones de extinción.

El análisis descriptivo nos permite afirmar que aproximadamente el 20% del elevado número de incendios que se producen en la provincia se registran en el Distrito XV, suponiendo una pérdida de superficie forestal total de 18.300 ha durante el decenio estudiado. Estos incendios, en su mayoría detectados por vigilantes fijos e iniciados en las inmediaciones de pistas forestales, sendas o carreteras, tienen la particularidad de que en más del 94% de los casos fueron intencionados, señalándose como principal motivación la actuación de agricultores y ganaderos (Chas Amil, Touza y Prestemon, 2010). Se confirma en esta zona, pues, una cultura que emplea el fuego como instrumento para manejar el monte (Molano, Rodríguez y Ponte, 2007). Esta importancia de las motivaciones relacionadas con las actividades agroganaderas puede entenderse con base en las raíces históricas de las prácticas agrarias y del manejo del monte (Balboa, 1990).

En este trabajo se diseñaron dos escenarios, basados en hipótesis distintas, que permitieron acercarnos a los costes reales de los medios humanos y materiales del Distrito XV participantes en las operaciones directas de extinción de los incendios acaecidos durante el período considerado. El coste anual medio de extinción por hectárea de superficie forestal del distrito osciló entre 5,3 y 6,4 euros por hectárea.

Si tomamos estos costes directos dedicados a los medios de extinción de incendios del Distrito XV como representativos de toda Galicia, podemos calcular el porcentaje que representan con respecto a las partidas presupuestarias totales dedicadas a la prevención y extinción de incendios. Así, a nivel estatal Rodríguez y Silva (2007) afirman que el presupuesto disponible para la extinción de incendios para el período 2002-2006 por hectárea forestal se sitúa en 19,2 euros/ha, oscilando para las distintas comunidades autónomas entre 10 y 25 euros/ha.

Esto es consistente con los datos de Galicia si tomamos como base las partidas presupuestarias de la Xunta de Galicia del período 2002-2008 destinados a la prevención y defensa contra incendios forestales. Basándonos en estas partidas presupuestarias, la inversión anual por hectárea forestal fue de 39 euros/ha para el mencionado período. Asumiendo, como señalan Rodríguez y Silva (2007), que las partidas generales relativas únicamente a la extinción representan el 60% del presupuesto total, entonces el presupuesto disponible para la extinción en Galicia fue de 23,33 euros/ha. Dados nuestros resultados, se podría entonces afirmar que

los costes directos de extinción suponen solo entre un 13% y un 16% del presupuesto total por hectárea, y entre un 23% y un 27% de los presupuestos de extinción en Galicia. Hay que destacar que estos porcentajes están basados en estimaciones conservadoras dos costes directos de extinción pero, aún pudiendo tomar valores más altos en la realidad, indican la baja participación que los costes directos tienen en los presupuestos totales dedicados a la extinción.

Los resultados también muestran que los costes anuales medios por hectárea forestal y el número anual de incendios no están relacionados y, por lo tanto, los años en los que ocurre el mayor número de incendios no son los que presentan mayores costes de recursos directos dedicados a la extinción. Esta falta de relación entre costes en medios terrestres y aéreos de extinción y el número de incendios puede ser debida a multitud de factores que afectan a la gravedad del incendio, a la vulnerabilidad de zonas habitadas o a la accesibilidad a las zonas quemadas. Se considera necesario, por lo tanto, desarrollar investigaciones futuras que analicen la influencia de los factores naturales y socioeconómicos en la determinación de los costes de extinción y en la eficiencia económica de las medidas de mitigación de los incendios forestales.

## BIBLIOGRAFÍA

- ABT, K.; PRESTEMON, J.P.; GEBERT, K.P. (2009): "Wildfire Suppression Cost Forecast for the US Forest Service", *Journal of Forestry*, 107 (4), pp. 173-178.
- BALBOA, X. (1990): *O monte en Galicia*. Vigo: Xerais.
- BALSA BARREIRO, J. (2012): "La magnitud de la crisis incendiaria de 2006 en Galicia", *Revista Montes*, 109, pp. 39-44
- BELLINGER, M.D.; KAISER, H.F.; HARRISON, H.A. (1983): "Economic Efficiency of Fire Management on Nonfederal Forest Range Lands", *Journal of Forestry*, 81 (6), pp. 373-378.
- CAMPOS PALACÍN, P.; OVIEDO PRO, J.L.; CAPARRÓS GASS, A. (2005): "Un sistema de cuentas para la valoración de los efectos comerciales y ambientales del gasto público en la mitigación del fuego en un bosque mediterráneo", *Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales*, 14 (1), pp. 110-121.
- CHAS AMIL, M.L.; TOUZA, J.; PRESTEMON, J.P. (2010): "Spatial Distribution of Human-Caused Forest Fires in Galicia (NW Spain)", en G. Perona y C. A. Brebbia [ed.]: *Modelling, Monitoring and Management of Forest Fires*, pp. 247-258. Southampton: WIT Press.
- DONOVAN, G.H.; NOORDIJK, P.; RADELOFF, V. (2004): "Estimating the Impact of Proximity of Houses on Wildfire Suppression Costs in Oregon and Washington", *2<sup>nd</sup> Symposium on Fire Economics, Planning and Policy: A Global View*. Córdoba.
- DONOVAN, G.H.; PRESTEMON, J.P.; GEBERT, K. (2011): "The Effect of Newspaper Coverage and Political Pressure on Wildfire Suppression Costs", *Society and Natural Resources*, 24 (8), pp. 785-798.
- DONOVAN, G.H.; RIDEOUT, D.B. (2003): "A Reformulation of the Cost Plus Net Value Change (C+NVC) Model of Wildfire Economics", *Forest Science*, 49 (2), pp. 318-323.
- DONOVAN, G.H.; RIDEOUT, D.B.; OMI, P.N. (1999): *The Economic Efficiency of the National Fire Management Analysis System and FIREPRO*. (General Technical Report. PSW-GTR-173). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.

- DORREGO, X.; ÁLVAREZ, G. (2009): "Teledetección y SIG en la gestión de los incendios forestales en Galicia", *XIII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Teledetección: Agua y Desarrollo Sostenible*. Calatayud.
- ESPAÑA. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RURAL Y MARINO (2011): *Los incendios forestales en España 2010*. Madrid: MARM.
- GALICIA. XUNTA DE GALICIA. CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL (2011): *PLADIGA 2011(Plan de prevención e defensa contra os incendios forestais en Galicia)*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia, Consellería do Medio Rural. <[http://www.medio\\_ruralemar.xunta.es/file\\_admin/arquivos/forestal/pladiga/2011/1\\_MEMORIA\\_Pladiga\\_2011.pdf](http://www.medio_ruralemar.xunta.es/file_admin/arquivos/forestal/pladiga/2011/1_MEMORIA_Pladiga_2011.pdf)>.
- GEBERT, K.; SCHUSTER, E. (1999): "Predicting National Fire Suppression Expenditures", en A. González-Cabán y P.N. Omi [ed.]: *Proceedings of Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Bottom Lines*, pp. 21-30. (General Technical Report, PSW-GTR-173). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- GEBERT, K.M.; CALKIN, D.E.; YODER, J. (2007): "Estimating the Suppression Expenditures for Individual Large Wildland Fires", *Western Journal of Applied Forestry*, 22 (3), pp. 188-196.
- HESSELN, H.; AMACHER, G.S.; DESKINS, A. (2010): "Economic Analysis of Geospatial Technologies for Wildfire Suppression", *International Journal of Wildland Fire*, 19 (4), pp. 468-477.
- LIANG, J.; CALKIN, D.E.; GEBERT, K.M.; VENN, T.J.; SILVERSTEIN, R.P. (2008): "Spatial Factors Influencing Large Wildland Fire Suppression Expenditures", *International Journal of Wildland Fire*, 17 (5), pp. 650-659.
- MERCER, D.E.; PRESTEMON, J.P.; BUTRY, D.T.; PYE, J.M. (2007): "Evaluating Alternative Prescribed Burning Policies to Reduce Net Economic Damages from Wildfires", *American Journal of Agriculture Economics*, 89 (1), pp. 63-77.
- MERCER, D.E.; PYE, J.M.; PRESTEMON, J.P.; BUTRY, D.T.; HOLMES, T.P. (2005): *Economic Effects of Catastrophic Wildfires: Assessing the Effectiveness of Fuel Reduction Programs for Reducing the Economic Impacts of Catastrophic Forest Fire Events: Final Report*. <<http://www.srs.fs.usda.gov/econ/pubs/misc/fl-fire-report2000-lores.pdf>>.
- MÉRIDA, J.C.; GALLAR, J.J.; GARCÍA, E.; PRIMO, E. (2004): "Evaluación técnico-económica de la actuación de medios aéreos en la defensa contra incendios forestales", *Segundo Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección contra los Incendios Forestales: Una Visión Global*. Córdoba.
- MILLS, T.J.; BRATTEN, F.W. (1988): *Economic Efficiency and Risk Character of Fire Management Programs, Northern Rocky Mountains*. (Res. Pap. PSW-RP-192). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.
- MOLANO, F.J.; RODRÍGUEZ, C.; PONTE, J.M. (2007): *Informe sobre investigación de incendios forestales en Galicia: verano 2006*. (Monografías de la Academia de Oficiales de la Guardia Civil). A Coruña: Deputación Provincial da Coruña.
- PREISLER, H.K.; WESTERLING, A.L.; GEBERT, K.M.; MUÑOZ-ARRIOLA, F.; HOLMES, T.P. (2011): "Spatially Explicit Forecast of Large Wildland Fire Probability and Suppression Cost for California", *International Journal of Wildland Fire*, 20 (4), pp. 508-517.
- PRESTEMON, J.P.; ABT, K.L.; GEBERT, K.M. (2008): "Suppression Cost Forecast in Advance of Wildfire Seasons", *Forest Science*, 54 (4), pp. 381-396.
- PRESTEMON, J.P.; CHAS AMIL, M.L.; TOUZA, J.; GOODRICK, S.J. (2012): "Forecasting Intentional Wildfires Using Temporal and Spatio-Temporal Autocorrelations", *International Journal of Wildland Fire*, 21, pp. 743-754.

RODRÍGUEZ Y SILVA, F. (2007): "Coste y eficiencia en las operaciones de extinción de incendios forestales, fundamentos y herramientas para su estudio y análisis", *4<sup>th</sup> International Wildland Fire Conference*. Sevilla.

RODRÍGUEZ Y SILVA, F. (2009): "La eficiencia económica en la extinción de incendios forestales: una aproximación metodológica desde el diagnóstico del peligro y el registro de la experiencia", *Jornadas Técnicas del Cuerpo de Bomberos: Capacidad de Gestión de los Incendios Forestales*. Girona.

RODRÍGUEZ Y SILVA, F.; GONZÁLEZ CABÁN, A. (2010): "SINAMI: A Tool for the Economic Evaluation of Forest Fire Management Programs in Mediterranean Ecosystems", *International Journal of Wildland Fire*, 19, pp. 927-936.

STEELE, T.W.; STIER, J.C. (1998): "An Economic Evaluation of Public and Organized Wildfire Detection in Wisconsin", *International Journal of Wildland Fire*, 8 (4), pp. 205-215.

VÉLEZ, R. (2009): "Forest Fires in the Mediterranean Basin", *Proceedings of the Third International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Common Problems and Approaches*. (General Technical Report PSW-GTR-227). Berkeley, CA: US Department of Agriculture, US Forest Service, Pacific Southwest Research Station.